

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050381

International filing date: 31 January 2005 (31.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 011 094.8  
Filing date: 06 March 2004 (06.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 25 February 2005 (25.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 011 094.8

**Anmeldetag:** 06. März 2004

**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Hauptelement für eine elektrische Maschine

**IPC:** H 02 K 3/46

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. Dezember 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag



Kahle

19.02.2004

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Hauptelement für eine elektrische Maschine

Stand der Technik

- 15 Die Erfindung geht aus von einem Hauptelement für eine elektrische Maschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei einem bekannten Stator als Hauptelement eines Innenläufermotors (DE 299 16 605 U1) ist der magnetisch leitfähige Körper aus zwei Blechpaketen zusammengesetzt, die aus einzelnen Blechzuschnitten geschichtet sind. Ein Blechzuschnitt weist eine Aufnahmeöffnung für den Rotor mit einem Öffnungsrand auf, über dessen Umfang eine Anzahl von schwalbenschwanzartigen Fügenuten äquidistant ausgebildet sind. Diese Blechzuschnitte sind axial aneinandergelegt und zu einem hohlzylindrischen Rückschlussjoch paketi-  
20 ert. Ein weiterer Blechzuschnitt weist einen Zahnsteg mit einem schwalbenschwanzartigen Zahnfuß und einen über den Zahnsteg vorstehenden Zahnkopf oder -schuh auf. Diese Blechzuschnitte werden zu Zahnabschnitten von Axialzähnen paketi-  
25 ert. Ein dritter Blechzuschnitt weist eine der Anzahl der Fügenuten entsprechende Anzahl von sternförmig angeordneten gleichen

30

Zahnstegen mit schwalbenschwanzartigen Zahnfüßen und Zahnköpfen oder -schuhen auf, deren Zahnköpfe oder -schuhe über dünne in Umfangsrichtung sich erstreckende Stege miteinander verbunden sind. Beim Paketieren der

5 Zahnabschnitte werden solche Blechzuschnitte im axialen Abstand in das Zahnpaket eingelegt und auf den beiden äußeren Stirnseiten des Zahnpakets angeordnet. Durch diese Blechzuschnitte erhält das als Statorstern bezeichnete Stanzpaket der Zähne eine stabile Form.

Die Statorwicklung des bekannten Stators weist eine der Zähnezahl entsprechende Anzahl von langgestreckten Ringspulen auf, die auf Spulenkörper aufgewickelt und auf die Zähne des Statorsterns radial aufgeschoben werden. Danach wird das  
15 Statorjoch stirnseitig auf den mit der Statorwicklung versehenen Statorstern aufgesetzt und die Zahnfüße der Zähne im Statorstern in die Fügenuten im Rückschlussjoch formschlüssig eingeschoben.

20 Es ist auch bekannt, die Ringspulen der Statorwicklung spulenkörperlos als sog. Luftwicklungen herzustellen und in gleicher Weise auf die Zähne des Statorsterns aufzusetzen, wobei zwischen der Luftspule und den Zähnen eine elektrische Isolation in Form von eingelegten Papierstreifen oder einer  
25 Beschichtung der Zähne vorgesehen wird. Solche Luftspulen vereinfachen den Wickelprozess und ermöglichen einen höheren Nutfüllfaktor in den von den Zähnen eingeschlossenen Nuten des Stators. Damit die Ringspulen in Axial- und Radialrichtung unverschieblich auf den Zähnen gehalten  
30 werden, müssen bei der Fertigung der Ringspulen und bei der Paketierung des Statorsterns enge Toleranzen hinsichtlich der lichten Innenabmessungen der Ringspulen, des sog. Fensters

der Ringspulen, und der Pakethöhe des Statorsterns eingehalten werden.

#### Vorteile der Erfindung

5

Das erfindungsgemäße Hauptelement für eine elektrische Maschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass durch die mindestens an einer, vorzugsweise an beiden Stirnseiten des magnetisch leitfähigen Körpers angesetzte Ausgleichsmaske, die mit ihren Ausgleichselementen die Stirnenden der Zähne überdeckt, die Ringspulen auf den Zähnen axial unverschieblich fixiert werden, ohne dass enge Toleranzen zwischen den Fensterabmessungen der Ringspulen und der Pakethöhe des magnetisch leitfähigen Körpers eingehalten werden müssen. Der Toleranzausgleich für einen festen Sitz der Ringspulen auf den Zähnen erfolgt durch den Federweg der sich axial elastisch verformenden Ausgleichselemente, die beim Aufsetzen der Ringspulen mehr oder weniger stark axial zusammengedrückt werden. Durch die Ausgleichselemente erfolgt zugleich eine elektrische Isolierung der Spulenköpfe der Ringspulen gegenüber den Zähnen sowie ein Schutz der Ringspulen gegen mechanische Beschädigungen durch die Zähnekanten.

20

25

Durch die auf beiden Stirnseiten des magnetisch leitfähigen Körpers aufgesetzten Ausgleichsmasken werden zusätzlich die Ringspulen mittig zu den Zähnen fixiert und die Stabilität des magnetisch leitfähigen Körpers erhöht, was vorteilhaft für den Montageprozess der Wicklung ist.

30

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Hauptelements möglich.

5    Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind auf der vom Zahn abgekehrten Außenfläche der Ausgleichselemente parallele Rippen ausgebildet, die in Radialrichtung der Zähne mit Abstand voneinander übereinander angeordnete sind. Durch diese Rippen, die im Spulenkopf zwischen die Drahtwindungen der Ringspulen greifen, wird eine spiellose Fixierung der Ringspulen in Radialrichtung erreicht.

15    Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Ringelement, das die den Zähnen zugeordneten Ausgleichselemente zu einer Ausgleichsmaske verbindet, von einer vorzugsweisen dünnwandigen Ringhülse gebildet, von deren Außenwand die Ausgleichselemente sternförmig abstehen. Dabei weist die Ringhülse einen über die Ausgleichselemente  
20    axial hinausragenden Vorstehabschnitt auf, der bei auf die Zähne aufgesetzten Ringspulen die Unterseite der Spulenköpfe der Ringspulen überdeckt. Durch diesen Vorstehabschnitt wird die Stabilität der Wicklung im Bereich der Spulenköpfe verstärkt.

25    Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist zwischen den voneinander abgekehrten Längsseiten der Zähne einerseits und den diesen zugekehrten Innenlängsseiten der auf den Zähnen aufgeschobenen Ringspulen andererseits jeweils  
30    ein Isolierstreifen eingelegt, wodurch eine vollständige elektrische Isolierung zwischen Ringspulen und Zähnen erreicht wird. Die Isolierstreifen sind vorzugsweise an den

einander zugekehrten Innenlängsseiten der Ringspulen befestigt, insbesondere angeklebt, und werden dadurch bei der Montage der Ringspulen auf die Zähne automatisch positioniert.

5

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Isolierstreifen auf der nach außen weisenden Oberseite der Ringspule zu deren Abdeckung abgewinkelt, so dass die Ringspulen auch gegenüber eines später noch auf die freien Außenfläche der Zähne aufgeschobenen, hohlzylindrischen Rückschlussjochs elektrisch isoliert sind.

Zeichnung

15 Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Ausgleichsmaske in Draufsicht,

20

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Statorsterns eines Stators mit auf beiden Stirnseiten aufgesetzten Ausgleichsmasken,

25

Fig. 3 eine gleiche Darstellung wie in Fig. 2 mit auf einigen Zähnen aufgesetzten Ringspulen,

Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung des Ausschnitts IV in Fig. 3 in Draufsicht,

30

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung eines  
endmontierten Stators.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

5

Das Hauptelement für eine elektrische Maschine wird  
nachfolgend am Beispiel eines Stators eines Gleichstrommotors  
mit Innenläufer beschrieben. Der Stator 10 (Fig. 5) weist  
einen als Statorkörper 11 bezeichneten, magnetisch  
leitfähigen Körper, der in bekannter Weise aus einer Vielzahl  
von zu einem Blechpaket zusammengesetzten Blechlamellen  
besteht, sowie eine Statorwicklung 12 auf. Zur erleichterten  
Aufbringung der Statorwicklung 12 auf den Statorkörper 11 ist  
der Statorkörper 11 geteilt und aus einem sog. Statorstern 13  
15 und einen den Statorstern 13 außen umschließenden,  
hohlzylindrischen Rückschlussjoch 14 zusammengesetzt, wobei  
sowohl der Statorstern 13 als auch das Rückschlussjoch 14 als  
aus aneinanderliegenden Blechlamellen paketierte Blechpakete  
ausgeführt sind.

20

Der Statorstern 13 weist eine Mehrzahl von sternförmig  
angeordneten, radial ausgerichteten, sich in Längsrichtung  
erstreckenden Zähnen 15 auf, an deren nach innen weisenden  
Enden in Umfangsrichtung beidseitig über den Zahn 15  
25 vorstehende Zahnschuhe 151 ausgebildet sind. Die Zahnschuhe  
151 der im Ausführungsbeispiel insgesamt neun Zähne 15 sind  
über radial schmale Stege 16 miteinander verbunden. Ein  
Blechzuschnitt oder eine Lamelle des Statorsterns 13  
besteht damit aus neun Zähnen 15 mit daran ausgebildeten  
30 Zahnschuhen 151 und neun Stegen 16, die einstückig mit den  
Zahnschuhen 151 verbunden sind. Entsprechend der gewünschten  
axialen Länge oder Pakethöhe des Statorsterns 13 werden



entsprechend viele Blechzuschnitte zu dem Statorstern 13  
paketierr, wobei der Statorstern 13 in der Pakethöhe einen  
Toleranzbereich von ca. 1,5 Blechstärken aufweist.

Die Statorwicklung 12 besteht aus miteinander verschalteten,  
5 langgestreckten, ovalen Ringspulen 17, die als  
spulenkörperlose Luftspulen getrennt vom Statorkörper 11 in  
einer Wickelmaschine gewickelt werden. Jeweils eine Ringspule  
17 ist radial auf einem Zahn 15 aufgesetzt, so dass die Zahl  
der Ringspulen 17 der Zahl der Zähne 15 entspricht, im  
Ausführungsbeispiel also neun beträgt.

Für den Stator 10 ist es von wesentlicher Bedeutung, dass die  
Ringspulen 17 axial und radial unverschieblich auf den Zähnen  
15 festgelegt sind und kein Spiel in dieser Richtung

15 auftritt, das eine mechanische Belastung der  
Schaltverbindungen zwischen den Ringspulen 17 auslösen würde,  
was langfristig zu einem Bruch der Schaltverbindungen und  
damit zu einem Ausfall der Statorwicklung 12 führen würde.

Die Innenabmessungen der Ringspulen 17, auch als

20 Spulenfenster bezeichnet, müssen daher sehr toleranzgenau den  
Abmessungen der Zähne 15 angepasst sein, damit ein fester  
Sitz der Ringspulen 17 auf den Zähnen 15 gewährleistet ist.

Durch den Toleranzbereich der Paketierhöhe des Statorsterns  
13 ist jedoch ein solcher spielloser Sitz der Ringspulen 17

25 nur schwer zu realisieren.

Um hier Abhilfe zu schaffen, ist auf jede Stirnseite des  
Statorsterns 13 eine in Fig. 1 perspektivisch dargestellte  
Ausgleichsmaske 18 aus elektrisch isolierendem Material  
30 aufgesteckt. Jede Ausgleichsmaske 18 weist eine der Zähnezahl  
entsprechende Anzahl von Ausgleichselementen 20, die in  
Achsrichtung der Zähne 15 elastisch verformbar sind, und ein

die Ausgleichselemente 20 miteinander verbindendes, geschlossenes Ringelement 19 auf. Ringelement 19 und Ausgleichselemente 20 sind als einstückiges Kunststoffspritzteil hergestellt. Jedes Ausgleichselement 20 hat etwa U-Form mit einem dachförmig ausgebildeten Quersteg 201 und zwei sich vom Quersteg 201 einstückig fortsetzende U-Schenkeln 202. Das Ringelement 19 ist als dünnwandige Ringhülse 21 ausgeführt, von deren Außenwand die U-förmigen Ausgleichselemente 20 sternförmig abstehen, wobei die Ringhülse 21 einen über die radial ausgerichteten Querstege 201 der Ausgleichselemente 20 axial hinausragenden Vorstehabschnitt 211 aufweist. Beim Aufsetzen der Ausgleichsmaske 18 auf die Stirnseiten des Statorsterns 13 wird jeweils ein Ausgleichselement 20 auf einen Zahn 15 aufgesetzt, so dass das Stirnende des Zahns 15 von dem dachförmigen Quersteg 201 überspannt ist und die kurzen U-Schenkel 202 sich auf die beiden voneinander abgekehrten Längsseiten 152 der Zähne 15 aufschieben. Wie aus Fig. 4 deutlich zu erkennen ist, besteht bei auf die Zähne 15 aufgesetzten Ausgleichselementen 20 zwischen dem Stirnende 153 des Zahns 15 und dem dachförmigen Quersteg 201 des Ausgleichselements 20 ein Federweg  $s$ , um den das Ausgleichselement 20 in Achsrichtung der Zähne 15 elastisch eingedrückt werden kann. Dieser Federweg  $s$  bestimmt den Toleranzbereich, den die Ausgleichsmaske 18 bezüglich der Länge der Zähne 15, also der Pakethöhe des Statorsterns 13, auszugleichen vermag. Auf der vom Stirnende 153 eines Zahnes 15 abgekehrten Außenfläche eines jeden Ausgleichselements 20 sind parallele Rippen 22 ausgebildet, die in Radialrichtung mit Abstand voneinander übereinander angeordnet sind. Die Rippen 22 sind dabei einstückig aus dem dachförmigen Quersteg 201 ausgeformt.

Nach Aufsetzen der beiden Ausgleichsmasken 18 auf den Statorstern 13 werden die einzelnen Ringspulen 17 radial auf die Zähne 15 aufgeschoben, wobei je nach den vorhandenen Toleranzen zwischen axialer Länge der Zähne 15 und lichter

5 Länge der Spulenfenster der Ringspulen 17 die Querstege 201 der Ausgleichselemente 20 von den Spulenköpfen 171 mehr oder weniger zum Stirnende 153 der Zähne 15 eingedrückt werden. Durch die Federrückstellkraft der Ausgleichselemente 20 werden damit die Ringspulen 17 kraftschlüssig und axial

spielloos auf den Zähnen 15 festgelegt. Die an den Querstegen 201 der Ausgleichselemente 20 ausgebildeten Rippen 22 greifen zwischen die einzelnen Windungen in den Spulenköpfen 171 der Ringspulen 17 ein und verhindern somit eine radiale Bewegung der Ringspulen 17 auf den Zähnen 15. Die Spulenköpfe 171 der

15 Ringspulen 17 liegen auf dem Vorstehabschnitt 211 der Ringhülse 21 auf, was zu einer erhöhten Stabilität der Statorwicklung 12 beiträgt.

Zur weiteren Isolation der Ringspulen 17 gegenüber den Zähnen

20 15 ist zwischen den voneinander abgekehrten Längsseiten 152 der Zähne 15 einerseits und den diesen zugekehrten Innenlängsseiten der auf den Zähnen 15 aufgeschobenen Ringspulen 17 andererseits jeweils ein Isolierstreifen 23 eingelegt, wie dies in Fig. 3 und Fig. 4 angedeutet ist. Die

25 Isolierstreifen 23 sind an den einander zugekehrten Innenlängsseiten der Ringspulen 17 befestigt, vorzugsweise angeklebt, so dass sie beim Aufstecken der Ringspule 17 auf die Zähne 15 automatisch richtig positioniert werden. Die Isolierstreifen 23 sind an der Austrittsstelle aus der

30 Ringspule 17 abgewinkelt und überdecken die nach außen weisende Oberseiten der Ringspulen 17.

Auf den so mit Ringspulen 17 versehenen Statorstern 13 wird das hohlzylindrische Rückschlussjoch 14 axial aufgeschoben, wobei die radial nach außen weisenden Zahnflächen 154 formschlüssig an der Innenwand des Rückschlussjoches 14

5 anliegen. Durch die über die Oberseiten der Ringspulen 17 hinwegragenden Isolierstreifen 23 sind die Ringspulen 17 auch gegenüber dem Rückschlussjoch 14 elektrisch isoliert.

Die Erfindung ist nicht auf das als Stator beschriebene Hauptelement für eine elektrische Maschine beschränkt. In gleicher Weise kann das Hauptelement als Rotor z.B. eines Gleichstrommotors mit Außenläufer ausgebildet sein.

19.02.2004

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

### Ansprüche

1.     Hauptelement für eine elektrische Maschine mit einem aus axial aneinanderliegenden Lamellen zusammengesetzten, magnetisch leitfähigen Körper, der eine Mehrzahl von sternförmig angeordneten, sich axial erstreckenden Zähnen (15) aufweist, und mit einer Wicklung (12) aus einzelnen Ringspulen (17), die als spulenkörperlose Luftspulen separat gewickelt und radial auf die Zähne (15) aufgeschoben sind, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens an einer Stirnseite des magnetisch leitfähigen Körpers auf jedes der in einer Querebene zur Körperachse liegenden Stirnenden (153) der Zähne (15) ein in Achsrichtung des Zahns (15) elastisch verformbares Ausgleichselement (20) aufgesetzt ist, auf das sich die auf den Zahn (15) aufgeschobene Ringspule (17) axial aufpresst, und dass alle Ausgleichselemente (20) über ein geschlossenes Ringelement (19) zu einer Ausgleichsmaske (18) miteinander verbunden sind.
2.     Hauptelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf jeder Stirnseite des magnetisch leitfähigen Körpers eine Ausgleichsmaske (18) vorgesehen ist.

3. Hauptelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf der vom Zahn (15) abgekehrten Außenfläche der Ausgleichselemente (20) parallele Rippen (22) ausgebildet sind, die in Radialrichtung des Zahns (15) mit Abstand voneinander übereinander angeordnet sind.

4. Hauptelement nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgleichselement (20) U-Form mit einem dachförmig ausgebildeten Quersteg (201) und zwei sich vom Quersteg (201) einstückig fortsetzenden, kurzen U-Schenkeln (202) aufweist und dass der Quersteg (201) das Stirnende (153) des Zahns (15) überdeckt und die U-Schenkel (202) über die voneinander abgekehrten Längsseiten (152) des Zahns (15) greifen.

5. Hauptelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rippen (22) einstückig aus dem dachförmigen Quersteg (201) ausgeformt sind.

6. Hauptelement nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der dachförmige Quersteg (201) so ausgebildet ist, dass zwischen den Dachflächen und dem Stirnende (153) des Zahns (15) ein Federweg (s) zum Einfedern des Querstegs (201) vorhanden ist.

7. Hauptelement nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Ringelement (19) von einer vorzugsweise dünnwandigen Ringhülse (21) gebildet ist, von deren Außenwand die Ausgleichselemente (20) sternförmig abstehen.

8.     Hauptelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Ringhülse (21) einen über die Querstege (201)  
der Ausgleichselemente (20) axial hinausragenden  
Vorstehabschnitt (211) aufweist, der bei auf die Zähne  
5     (15) aufgesetzten Ringspulen (17) die Unterseiten der  
Spulenköpfe (171) der Ringspulen (17) überdeckt.
9.     Hauptelement nach Anspruch 7 oder 8, dadurch  
gekennzeichnet, dass Ringhülse (21) und  
Ausgleichselemente (20) einstückig als  
Kunststoffspritzteil hergestellt sind.
10.    Hauptelement nach einem der Ansprüche 1 - 9, dadurch  
gekennzeichnet, dass zwischen den voneinander  
15    abgekehrten Längsseiten (152) der Zähne (15) einerseits  
und den diesen zugekehrten Innenlängsseiten der auf den  
Zähnen (15) aufgeschobenen Ringspulen (17) andererseits  
jeweils ein Isolierstreifen (23) einliegt.
- 20    11. Hauptelement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,  
dass jeweils ein Isolierstreifen (23) an den einander  
zugekehrten Innenlängsseiten der Ringspulen (17)  
befestigt, vorzugsweise angeklebt, ist.
- 25    12. Hauptelement nach Anspruch 10 oder 11, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Isolierstreifen (23) auf der  
nach außen weisenden Oberseite der Ringspulen (17) zu  
deren Abdeckung abgewinkelt sind.
- 30    13. Hauptelement nach einem der Ansprüche 1 - 12, dadurch  
gekennzeichnet, dass der magnetisch leitfähige Körper  
ein hohlzylindrisches Rückschlussjoch (14) aufweist, der

auf die nach außen weisenden, freien Zahnflächen (154)  
der mit den Ringspulen (17) bestückten Zähne (15)  
aufgeschoben ist.



19.02.2004

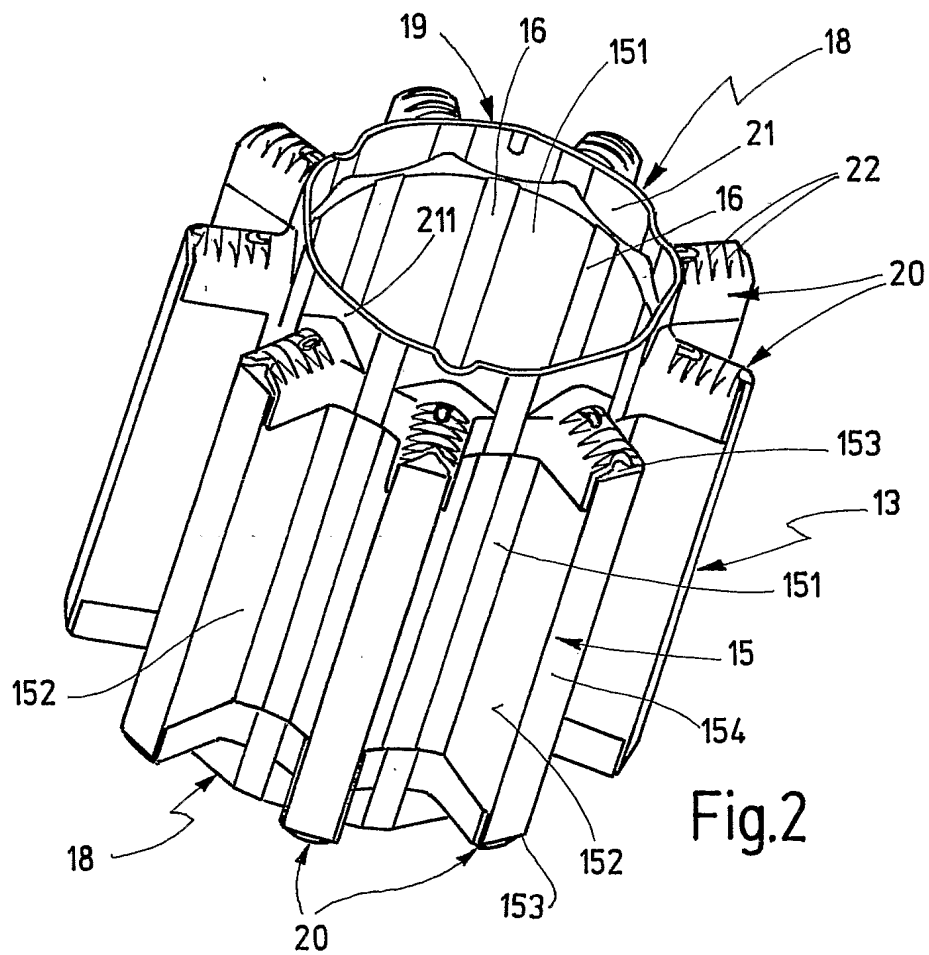
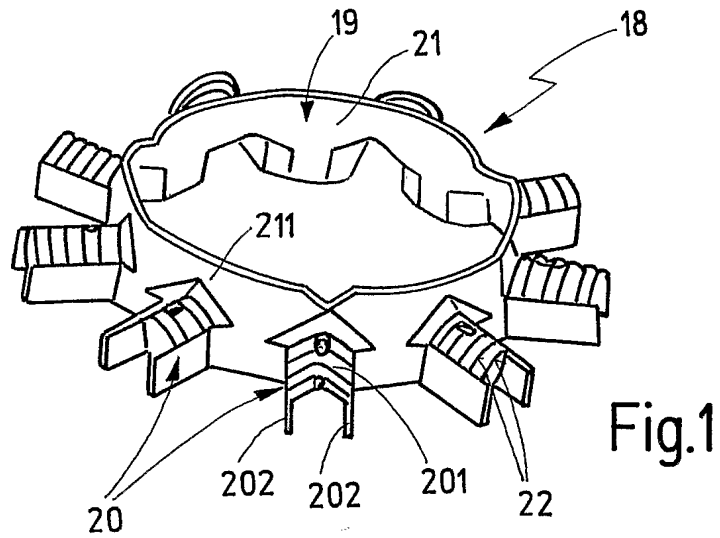
ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Hauptelement für eine elektrische Maschine

Zusammenfassung

Ein Hauptelement für eine elektrische Maschine weist einen aus axial aneinanderliegenden Lamellen zusammengesetzten, magnetisch leitfähigen Körper mit einer Mehrzahl von sternförmig angeordneten, sich axial erstreckenden Zähnen (15) und eine Wicklung (12) aus Ringspulen (17) auf, die als spulenkörperlose Luftspulen separat gewickelt und radial auf die Zähne (15) aufgesetzt sind. Zur Erzielung eines axial und radial spiellosen Sitzes der Ringspulen (17) auf den Zähnen (15) sind an jeder Stirnseite des magnetisch leitfähigen Körpers auf jedes der in einer Querebene zur Körperachse liegenden Stirnenden (153) der Zähne (15) ein in Achsrichtung des Zahns (15) elastisch verformbares Ausgleichselement (20) aufgesetzt, auf das sich die auf den Zahn (15) aufgeschobene Ringspule (17) axial aufpresst. Alle Ausgleichselemente (20) auf einer Stirnseite sind über ein geschlossenes Ringelement (19) zu einer einstückigen Ausgleichsmaske (18) aus isolierendem Kunststoff miteinander verbunden (Fig. 3).



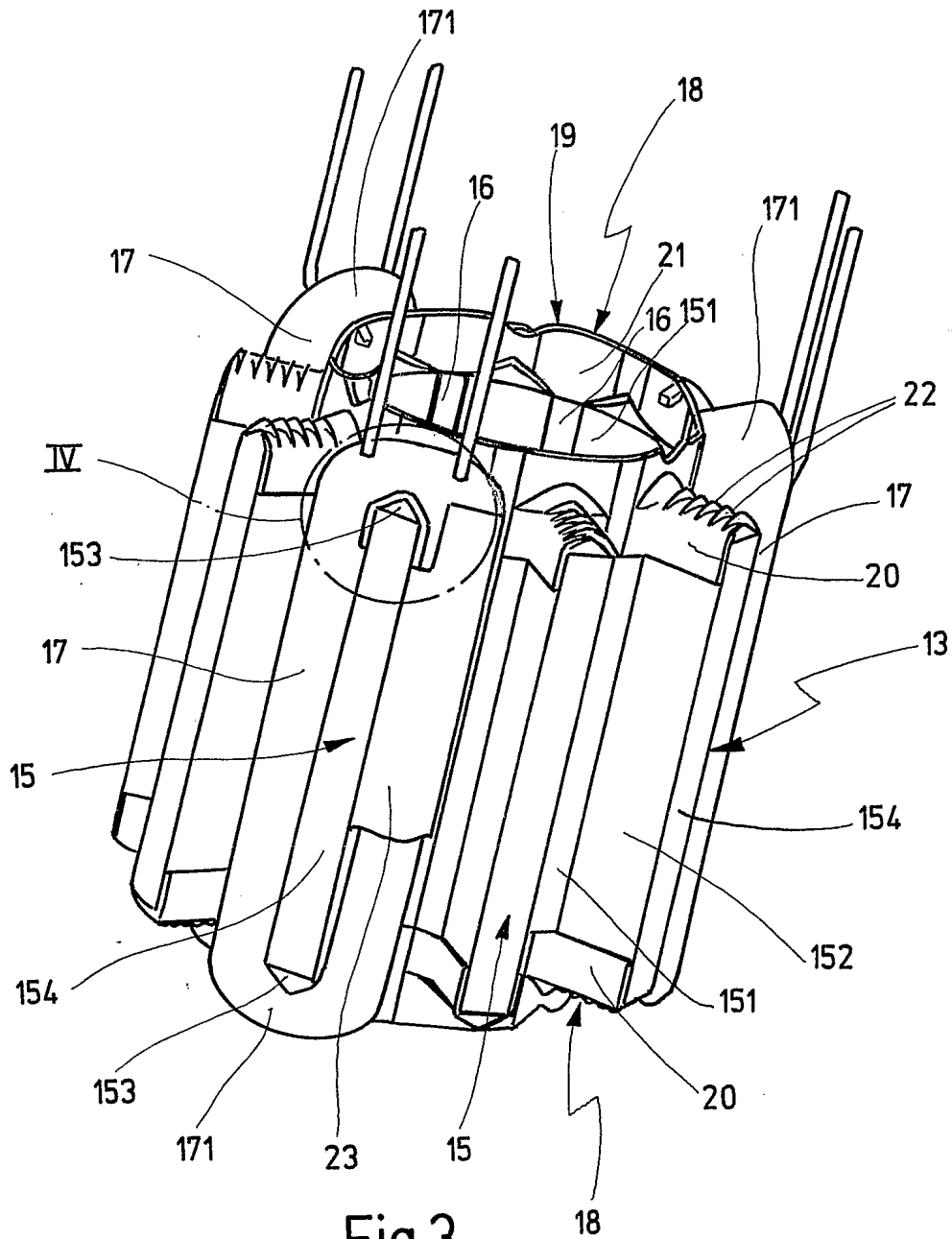


Fig.3

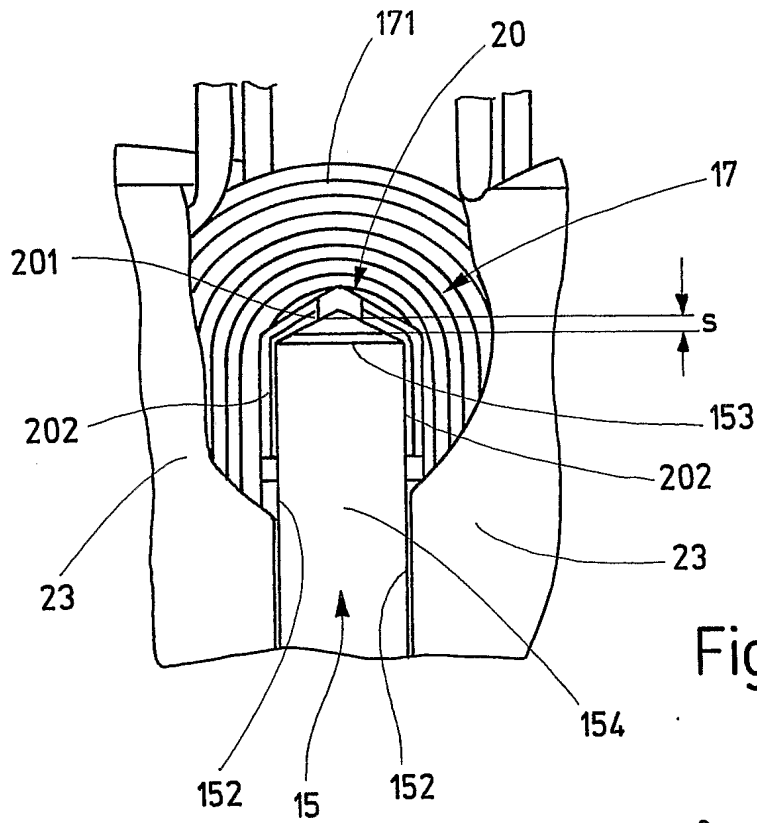


Fig.4

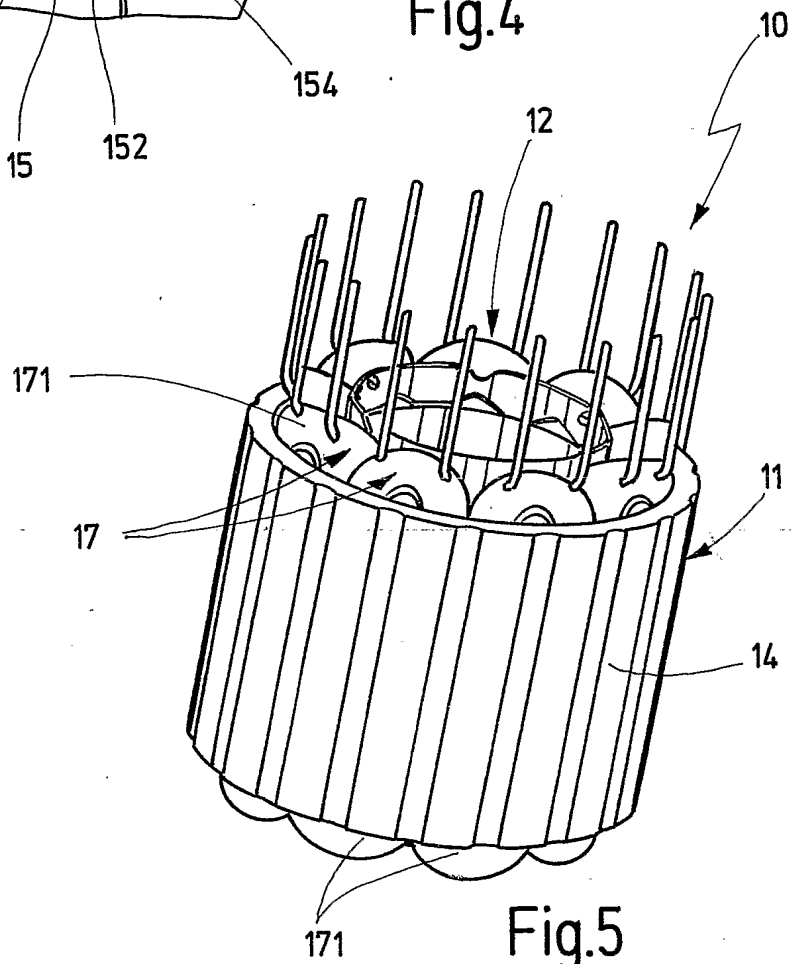


Fig.5